

Timo Ehrola

EX-TILOJEN KÄYTTÖÖNOTTO

Opinnäytetyö

CENTRIA AMMATTIKORKEAKOULU

Sähkötekniikan koulutusohjelma

LOKAKUU 2015

TIIVISTELMÄ OPINNÄYTETYÖSTÄ

Yksikkö Ylivieska	Aika Lokakuu 2015	Tekijä/tekijät Timo Ehrola
Koulutusohjelma Sähkötekniikka		
Työn nimi EX-TILOJEN KÄYTTÖÖNOTTO		
Työn ohjaaja Jari Halme		Sivumäärä 32+5
Työelämäohjaaja Jussi Ramstedt		
<p>Sähköasennuksille täytyy aina ennen käyttöönottoa tehdä käyttöönottotarkastus, kun on tehty uusi asennus, olemassa olevan asennuksen korjaus, muutos tai laajennustyö. Käyttöönottotarkastuksen tekee ensisijaisesti laitteiston rakentaja. Tarkastuksella varmistetaan laitteiston oikeanlainen toiminta sekä käyttäjien turvallisuus.</p> <p>Insinööritöön tarkoituksena oli tehdä sähköasentajille ohjeistus räjähdysvaarallisten tilojen sähköasennuksista, käyttöönottotarkastuksista ja mittauksista. Työssä on käsitelty räjähdysvaarallisten tilojen luokittelu, räjähdysuojauksen perusteet sekä laitteiden valinta räjähdysvaaralliseen tilaan. Lisäksi työssä on käyty läpi yksityiskohtaisesti mitä käyttöönottotarkastus pitää sisällään sekä siihen liittyvä dokumentointi.</p> <p>Tämä insinööritö on tehty Bilfinger Industrial Services Finland Oy:n toimeksiannosta.</p>		

Asiasanat Käyttöönottotarkastus, mittaukset, räjähdysvaarallinen tila, sähköasennukset
--

ABSTRACT

Unit Ylivieska	Date October 2015	Author/s Timo Ehrola
Degree programme Electrical Engineering		
Name of thesis COMMISSIONING OF HAZARDOUS AREAS		
Instructor Jari Halme		Pages 32+5
Supervisor Jussi Ramstedt		
<p>Before a new electrical installation or a correction, a change or an expansion of an existing electrical installation can be put into service, a commissioning inspection must always be carried out. The commissioning inspection is primarily made by the contractor. In the inspection it is ensured that the installation works correctly and that it can be used safely.</p> <p>The purpose of this thesis was to draw up an instruction manual for electricians on electrical installations, commissioning inspections and measurements of hazardous areas. This thesis discusses the classification of hazardous areas, the basics of explosion protection and assigning of the electrical apparatuses. In addition this thesis discusses the details of commissioning inspections of hazardous areas as well as the documentation of those inspections.</p> <p>This thesis was commissioned by Bilfinger Industrial Services Finland Oy.</p>		

Key words

Commissioning inspection, electrical installations, hazardous area, measurements

LYHENTEET JA MÄÄRITELMÄT

Aistinvarainen tarkastus	Tarkastus, jonka avulla aistinvaraisesti todetaan, että asennus on tehty oikein.
ATEX	Atmosphere Explosible; räjähdysvaaralliset ilmaseokset
Exd	Räjähdyspaineen kestävä rakenne
Exe	Varmennettu rakenne
Exi	Luonnostaan vaaraton rakenne
Exm	Massavalurakenne
Exn	Suojausrakenne
Exo	Öljytäytteinen rakenne
Exp	Paineistettu rakenne
Exq	Hiekkatäytteinen rakenne
Exs	Erikoisrakenne
ExiD	Pölyräjähdysvaarallisen tilan luonnostaan vaaraton rakenne
ExpD	Pölyräjähdysvaarallisen tilan paineistettu suojausrakenne
ExmD	Pölyräjähdysvaarallisen tilan massavalurakenne
ExtD	Pölyräjähdysvaarallisen tilan tiivis kotelointi
Ex-tila	Räjähdysvaarallinen tila

Tarkastus	Menettely, jolla arvioidaan tarkastuskohteen vaatimustenmukaisuutta havainnoimalla ja tarpeen mukaan mittaamalla ja testaamalla.
Testaus	Sähköasennuksessa tehtävät toimenpiteet, joiden avulla todetaan sähköasennusten turvallisuus. Testaus sisältää arvojen toteamisen sopivilla mittalaitteilla.
Dokumentointi	Tarkastusten ja testausten tuloksien kirjaaminen.

TIIVISTELMÄ

ABSTRACT

LYHENTEET JA MÄÄRITELMÄT

SISÄLLYS

1 JOHDANTO	1
2 RÄJÄHDYSSVAARALLISET TILAT.....	2
2.1 Yleistä	2
2.2 Tilaluokat	2
2.3 Tilaluokan laajuus.....	3
3 RÄJÄHDYSSUOJAUS.....	4
3.1 Yleistä	4
3.2 ATEX-Laiteluokat.....	4
3.2.1 Laiteluokka 1.....	5
3.2.2 Laiteluokka 2.....	5
3.2.3 Laiteluokka 3.....	6
3.3 Räjähdysuojaustaso EPL	6
4 RÄJÄHDYSSUOJAUSRAKENTEET.....	7
4.1 Varmennettu rakenne (Exe)	7
4.2 Luonnostaan vaaraton rakenne (Exi)	7
4.3 Räjähdyspaineen kestävä rakenne (Exd)	8
4.4 Hiekkatäytteinen rakenne (Exq)	8
4.5 Öljytäytteinen rakenne (Exo)	9
4.6 Paineistettu rakenne (Exp)	9
4.7 Massavalurakenne (Exm)	9
4.8 Pölyräjähdysvaarallisen tilan tiivis kotelo (Ext).....	9

4.9 Erikoisrakenne (Exs)	10
5 LAITTEIDEN VALINTA	11
5.1 Valinta laiteryhmän mukaan	11
5.2 Valinta kaasun, höyryn tai pölyn syttymislämpötilan mukaan	11
5.3 Laitevalinta tilaluokan mukaan	12
5.3.1 Tilaluokassa 0 käytettävät laitteet	12
5.2.2 Tilaluokassa 1 käytettävät laitteet	13
5.2.3 Tilaluokassa 2 käytettävät laitteet	14
5.2.4 Tilaluokassa 20 käytettävät laitteet	15
5.2.5 Tilaluokassa 21 ja 22 käytettävät laitteet	15
6 TARKASTUKSET	17
6.1 Ennen käyttöönottoa tehtävät tarkastukset	17
6.2 Määräaikaiset tarkastukset	17
6.3 Pistokoetarkastukset	17
6.4 Liikuteltavien laitteiden erityistarkastukset	18
6.5 Tarkastuslistat	18
7 KÄYTTÖÖNOTTOTARKASTUS	19
7.1 Aistinvarainen tarkastus	19
7.2 Suojajohtimien jatkuvuusmittaus	20
7.3 Eristysresistanssimittaus	22
7.4 Syötön automaattisen poiskytkennän testaus	25
7.5 Napaisuus ja kiertosuunnan tarkistus	27
7.6 Toimintatestit	28
7.7 Exi-piirien lisävaatimuksia	28
7.7.1 Exi-piirin maadoitus ja/tai maasta erottaminen	28
7.7.2 Häiriösuojan maadoittaminen	29
8 VARMENNUSTARKASTUS	30

9. YHTEENVETO	31
----------------------------	-----------

LÄHTEET	32
----------------	-----------

LIITEET

KUVIOT

KUVIO 1. Räjähdyssuojausrakenteen "ma" (EPL Ga sekä Da) sähkölaite	13
KUVIO 2. Räjähdyssuojausrakenteen "d" (EPL Gb) sähkölaite.	14
KUVIO 3. Räjähdyssuojausrakenteiden "e" ja "px" (EPL Gb) sähkölaite	14
KUVIO 4. Räjähdyssuojaus rakenteen "mD" (EPL Da) sähkölaite	15
KUVIO 5. Räjähdyssuojaus rakenteen "pD" (EPL Db) sähkölaite	16
KUVIO 6. Suojajohtimen jatkuvuuden mittaaminen	21
KUVIO 7. Eristysresistanssin mittaus TN-S-järjestelmässä	23
KUVIO 8. Eristysresistanssin mittaus SELV-järjestelmässä	24
KUVIO 9. Eristysresistanssin mittaus PELV-järjestelmässä	25
KUVIO 10. Zener-barrierin maadoitus	28

TAULUKOT

TAULUKKO 1. Laiteluokkien soveltuvuus tilaluokkiin	5
TAULUKKO 2. Räjähdyssuojaustasot tilaluokittain	6
TAULUKKO 3. Luonnostaan vaarattoman rakenteen laitteet	8
TAULUKKO 4. Räjähdyssuojaryhmien ja laiteryhmiä yhteensopivuus	11
TAULUKKO 5. Lämpötilaluokkien tunnuks	12
TAULUKKO 6. Aistinvarainen tarkastus	20
TAULUKKO 7. Kupari- ja alumiinijohtimien resistanssiarvoja	22

TAULUKKO 8. Eristysresistanssin pienimmät sallitut arvot	23
TAULUKKO 9. Johdinsuojakatkaisijoiden toimintavirrat ja vaaditut mitatut arvot	26
TAULUKKO 10. gG-sulakkeiden toimintavirrat ja vaaditut mitatut arvot	27

1 JOHDANTO

Tämä insinöörityö on tehty Bilfinger Industrial Services Finland Oy:lle. Työ tehtiin Raahen yksikölle, jonka palveluihin kuuluvat erityisesti teollisuuden alalle painottuvat sähkö- ja automaatioasennukset sekä instrumentointi. Aihealue on kohdistettu tyypillisiin teollisuudessa esiintyviin kaasu- ja pölyräjähdysvaarallisiin tiloihin.

Työn tavoitteena on tuoda sähköasentajille räjähdysvaarallisissa tiloissa tehtävää työtä helpottava opas, niin asennus- kuin käyttöönottotarkastusvaiheessa. Oppaaseen on pyritty kokoamaan vain olennainen tieto, jota asennuksia, käyttöönottomittauksia ja tarkastuksia tekevä henkilö tarvitsee tehtävässään. Sen avulla asennusten ja/tai tarkastuksen tekijä voi palauttaa mieleensä räjähdysvaaralliseen tilaan liittyvät toimenpiteet.

Työ perustuu ATEX-direktiiveihin sekä standardeihin, joissa käsitellään räjähdysvaarallisten tilojen sähkölaitteita ja asennuksia. Tärkeimpiä materiaaleja ovat SFS-Käsikirjat 604-1 Räjähdysvaaralliset tilat. Osa 1 ja 604-2 Räjähdysvaaralliset tilat. Osa 2. Näissä käsikirjoissa ovat tärkeimmät räjähdysvaarallisten tilojen sähköasennuksia ja tarkastuksia koskevat standardit.

2 RÄJÄHDYSVAARALLISET TILAT

2.1 Yleistä

Räjähdyksvaaralliseksi tilaksi luokitellaan tila, jossa on tai saattaa olla räjähdyskelpoista kaasun, höyryn, sumun tai palavan pölyn ja ilman muodostavaa räjähdyskelpoista ilmaseosta. Räjähdyksvaarallisessa tilassa laitteiden rakenteille, asennukselle ja käytölle on asetettava erityisvaatimuksia. Räjähdyksvaaralliset tilat luokitellaan tilaluokkiin sen räjähdyskelpoisuuden mukaan. (SFS-Käsikirja 59. 2012, s.10-12)

2.2 Tilaluokat

Räjähdyksvaarallisten tilojen tilaluokitus ei ota huomioon räjähdysten mahdollisia seurauksia.

Tilaluokka 0 on tila, jossa esiintyy jatkuvasti, pitkäaikaisesti tai toistuvasti kaasun, höyryn tai sumun ja ilman muodostama räjähdyskelpoinen ilmaseos.

Tilaluokka 1 on tila, jossa todennäköisesti esiintyy normaalikäytössä ajoittain kaasun, höyryn tai sumun ja ilman muodostama räjähdyskelpoinen ilmaseos.

Tilaluokka 2 on tila, jossa normaalikäytössä kaasun, höyryn tai sumun ja ilman muodostama räjähdyskelpoisen ilmaseoksen esiintyminen on epätodennäköistä. Mikäli räjähdyskelpoista ilmaseosta muodostuu, on sen esiintymisaika lyhyt.

Tilaluokka 20 on tila, jossa esiintyy jatkuvasti, pitkäaikaisesti tai toistuvasti ilman ja palavan pölyn muodostama räjähdyskelpoinen ilmaseos.

Tilaluokka 21 on tila, jossa todennäköisesti esiintyy normaalikäytössä ajoittain ilman ja palavan pölyn muodostama räjähdyskelpoinen ilmaseos.

Tilaluokka 22 on tila, jossa normaalikäytössä ilman ja palavan pölyn muodostama räjähdyskelpoisen ilmaseoksen esiintyminen on epätodennäköistä. Mikäli räjähdyskelpoista ilmaseosta esiintyy, on sen esiintymisaika lyhyt. (SFS käsikirja 604-2. 2009, s.24)

2.3 Tilaluokan laajuus

Räjähdysvaarallisen tilan tilaluokan ja sen laajuuden määrittämisessä otetaan huomioon käsiteltävä aine, käsittelytapa, päästölähde ja ympäristön ominaisuudet. Tilaluokka voi ulottua myös toisen huoneen tai tilan puolelle ovien ja muiden aukkojen kautta, mutta myös saman huoneen eri osissa voi olla eri tilaluokkia.

Ensimmäinen luokitus tehdään jo laitoksen suunnitteluvaiheessa ja se on tarkastettava käyttöönottovaiheessa sekä aina muutettaessa laitteistoja, aineita tai käsittelyä tiloissa. (Tukes 2012.)

3 RÄJÄHDYSSUOJAUS

3.1 Yleistä

Räjähdyks edellyttää räjähdyskelpoisen ilmaseoksen sekä syttymislähteen samanaikaista esiintymistä tilassa. Suojaustoimilla pyritään alentamaan hyväksyttävälle tasolle todennäköisyys, että sähköasennuksesta muodostuisi syttymislähde. Huolellisella suunnittelulla on usein mahdollista sijoittaa sähkölaitteet räjähdysvaaran kannalta turvallisempaan tai kokonaan räjähdysvaarattomaan tilaan.

Mikäli sähkölaite joudutaan asentamaan tilaan, jossa palavia kaasuja, höyryjä, sumua tai pölyä voi esiintyä vaarallisina määrinä, on ryhdyttävä suojaustoimiin valokaarien, kipinöiden tai kuumien pintojen aiheuttaman räjähdysvaaran pienentämiseksi.

Palavien aineiden aiheuttaman räjähdysvaaran ehkäisemisessä noudatetaan kolmea pääperiaatetta. Ensimmäiseksi pyritään korvaamaan palava aine joko täysin palamattomalla tai huomattavasti vähemmän palavalla aineella.

Seuraavaksi pyritään kontrolloimaan aineita, mikäli korvaaminen ei ole mahdollista. Palavia aineita pyritään kontrolloimaan esimerkiksi vähentämällä aineiden määrä sekä vuotojen välttämistä ja vähentämistä. Vuotoja voidaan myös kontrolloida niin ettei niistä aiheudu vaaraa, kuten keräämällä niitä suljettuihin astioihin. Lisäksi pyritään ehkäisemään räjähdysvarallisen pitoisuuden syttyminen sekä vältetään syttymislähteitä.

Kolmannessa pääperiaatteessa pyritään lieventämään seurauksia. Vähennetään räjähdykselle alttiina olevien ihmisten määrää, käytetään sopivia henkilökohtaisia suojavälineitä sekä estetään räjähdysten eteneminen. Pyritään keventämään räjähdyspainetta ja tukahduttamaan räjähdys. (Tukes 2012.)

3.2 ATEX-Laiteluokat

Laitteet jaetaan kahteen ryhmään I ja II. Ryhmän I laitteet on tarkoitettu kaivoksiin ja niiden maanpäällisiin osiin, joissa on kaivoskaasun ja/tai pölyn aiheuttama räjähdysvaara. Ryhmään II kuuluvat muissa paikoissa käytettäväksi tarkoitetut laitteet. Ryhmän II laitteet

jaetaan kolmeen eri laiteluokkaan (1, 2 ja 3) sen mukaan, miten suurta turvallisuustasoa niiltä vaaditaan. Lisäksi laiteluokan kirjain on G, kun kyseessä on kaasun tai D, kun kyseessä on pöly. (Suomen Standardisoimisliitto SFS 2011.)

TAULUKKO 1. Laiteluokkien soveltuvuus tilaluokkiin. (SFS-käsikirja 604-2. 2009, s.104)

Tilaluokka	Laiteluokka
0	1G
1	1G tai 2 G
2	1G, 2G tai 3G
20	1D
21	1D tai 2D
22	1D, 2D tai 3D

3.2.1 Laiteluokka 1

Laiteluokan 1 turvallisuustaso on erittäin korkea. Laiteluokkaan 1 kuuluu kaasulla, höyryillä ja sumulla laiteluokka 1G ja vastaavasti pölyllä laiteluokka 1D. Laiteluokkaan 1G kuuluvia laitteita voidaan käyttää kaikissa kaasun, höyryn tai sumun tilaluokissa (0, 1 tai 2) ja vastaavasti laiteluokkaan 1D kuuluvia laitteita voidaan käyttää kaikissa pölyn tilaluokissa (20, 21 tai 22). (Suomen Standardisoimisliitto SFS 2011.)

3.2.2 Laiteluokka 2

Laiteluokan 2 turvallisuustaso on korkea. Laiteluokkaan 2 kuuluu kaasulla, höyryillä ja sumulla laiteluokka 2G ja vastaavasti pölyllä laiteluokka 2D. Laiteluokkaan 2G kuuluvia laitteita voidaan käyttää kaasun, höyryn tai sumun tilaluokissa 1 ja 2. Pölytiloissa laiteluokan 2D laitteita voidaan käyttää tilaluokissa 21 ja 22. (Suomen Standardisoimisliitto SFS 2011.)

3.2.3 Laiteluokka 3

Laiteluokan 3 turvallisuustaso on normaali. Laiteluokkaan 3 kuuluu kaasuilla, höyryillä ja sumulla laiteluokka 3G ja vastaavasti pölyllä laiteluokka 3D. Laiteluokkaan 3G kuuluvia laitteita voidaan käyttää kaasun, höyryn tai sumun tilaluokassa 2. Pölytiloissa laiteluokan 3D laitteita voidaan käyttää tilaluokissa 22. (Suomen Standardisoimisliitto SFS 2011.)

3.3 Räjähdyssuojaustaso EPL

Räjähdyssuojaustaso EPL on luokittelutapa, jota käytetään SFS-käsikirjoissa 604-1 ja 604-2 standardisarjassa EN 60079. Räjähdyssuojaustasojen ensimmäinen kirjain on G, kun kyseessä on kaasu tai D, kun kyseessä on pöly. Toinen kirjain määrittelee turvallisuustason. Kirjain a tarkoittaa erittäin korkeaa, b korkeaa ja c normaalia turvallisuustasoa. Räjähdyssuojaustasot vastaavat laiteluokkia taulukon 2 mukaisesti. (SFS-käsikirja 604-2. 2009, s.31-33)

TAULUKKO 2. Räjähdyssuojaustasot tilaluokittain. (SFS-käsikirja 604-2. 2009, s.31)

Tilaluokka	Laitteen räjähdysuojaustaso (EPL)	Laiteluokka
0	Ga	1G
1	Ga tai Gb	1G tai 2G
2	Ga, Gb tai Gc	1G, 2G tai 3G
20	Da	1D
21	Da tai Db	1D tai 2D
22	Da, Db tai Dc	1D, 2D tai 3D

4 RÄJÄHDYSSUOJAUSRAKENTEET

Sähkölaitteiden räjähdysuojaus rakenteilla pyritään huolehtimaan, että vaarallista lämpötilaa tai kipinää ei synny. Tällaisia rakenteita ovat varmennettu rakenne (Exe) ja luonnostaan vaaraton rakenne (Exi). Toinen tapa on eristää vaarallinen lämpötila tai kipinä siten, ettei se voi sytyttää laitteen ulkopuolella olevaa räjähdysvaarallista seosta. Tällaisia laitteita ovat räjähdyspaineen kestävät laitteet (Exd), hiekkatäytteiset (Exq) ja öljytäytteiset (Exo) laitteet, paineistetut laitteet (Exp) ja massaan valetut laitteen (Exm).

Lisäksi käytetään myös erikoisrakenteita (Exs), suojausrakenne (Exn) sekä pölyräjähdysvaarallisen tilan tiivis kotelo (Ext).

Normaalit sähköasennusten suojasmenetelmät eivät ole riittäviä, koska pienikin virta ja jännite voi aiheuttaa sytyttävän kipinän räjähdysvaarallisessa tilassa. (SFS-käsikirja 604-1. 2010, s.280-283)

4.1 Varmennettu rakenne (Exe)

Normaalirakenteisiin sähkölaitteisiin verrattuna varmennetussa rakenteessa pyritään saavuttamaan korkeampi turvallisuustaso rakenteellisin keinoin. Varmennettu rakenne sopii käytettäväksi esimerkiksi kytkentärasioille, haaroitusrasioille, oikosulkumoottoreille, valaisimille tai muille laitteille, joissa ei normaalikäytössä esiinny kipinäintiä, valokaaria tai kuumia pintoja. (SFS-käsikirja 604-1. 2010, s.281)

4.2 Luonnostaan vaaraton rakenne (Exi)

Luonnostaan vaaratonta rakennetta käytetään laitteissa, joiden tehon tarve on niin pieni, ettei se kykene sytyttämään räjähdyskelpoista seosta tietyissä vikatapauksissa. Virtapiirin virta ja jännite rajoitetaan sellaiseen arvoon, ettei synny räjähdysvaarallisen seoksen sytyttäviä kipinöitä tai kuumia pintoja. Tätä rakennetta käytetään lähinnä mittaus- ja merkinantolaitteissa.

TAULUKKO 3. Luonnostaan vaarattomassa rakenteessa laitteet jaetaan kolmeen luokkaan.

Luokka	Kuvaus
Ex ia	ei aiheuta vaaraa kahden vian esiintyessä samanaikaisesti
Ex ib	ei aiheuta vaaraa yhden vian esiintyessä.,
Ex ic	ei aiheuta vaaraa normaalitoiminnassa.

Ex ia- rakennetta voidaan käyttää myös tilaluokka 0 tiloissa. (SFS-käsikirja 604-1. 2010, s.282)

4.3 Räjähdyspaineen kestävä rakenne (Exd)

Räjähdyspaineen kestävässä rakenteessa osat, jotka voivat sytyttää räjähdyskelpoisen seoksen sijoitetaan koteloon, joka kestää sen sisällä tapahtuneen räjähdyspaineen ja estää räjähdyslaajenemisen kotelon ulkopuolelle. Kotelon raot ja saumat on tehty niin pitkiksi ja ahtaiksi, ettei kipinöiviä ja kuumia aineosia pääse tunkeutumaan ulos ja kotelon sisällä tapahtuvassa räjähdyksessä syntyvät liekit ja kuumat kaasut jäähtyvät matkalla ulos.

Kotelon mekaaninen lujuus on hyvin suuri ja sen täytyy kestää sen sisällä syntyvän räjähdyspaineen, joka yleensä on enintään 10 bar. Rakennetta käytetään kuumia tai kipinöiviä sisäosia sisältävillä laitteilla, kuten katkaisijat, moottoreiden liukurenkaat, kollektorit, lämmityslaitteet, valaisimet. Exd-rakenne on kallis toteuttaa ja se korvataan usein Exe-rakenteella. (SFS-käsikirja 604-1. 2010, s.280)

4.4 Hiekkatäytteinen rakenne (Exq)

Hiekkatäytteisessä rakenteessa upotetaan hiekkaan tai muuhun pulverimaiseen aineeseen kaikki sellaiset osat, jotka voivat sytyttää räjähdyspaineen. Osat on upotettu siten, että kipinät, valokaaret ja kuumat osat eivät pääse kosketuksiin räjähdyskelpoisen seoksen kanssa. Rakennetta käytetään esimerkiksi muutajilla, kondensaattoreilla ja loistelamppujen sytyttimillä. (SFS-käsikirja 604-1. 2010, s.281)

4.5 Öljytäytteinen rakenne (Exo)

Öljytäytteinen rakenne on kuten hiekkatäytteinen rakenne, mutta osat on upotettu öljyyn siten, että kipinöiden, valokaarien ja kuumien kaasujen pääsy öljystä kosketuksiin räjähdyskelpoisen seoksen kanssa on estetty. Rakennetta käytetään muunmuassa muuntajilla ja käynnistysvastuksilla. (SFS-käsikirja 604-1. 2010, s.281)

4.6 Paineistettu rakenne (Exp)

Paineistetussa rakenteessa kotelon sisällä pidetään ylipainetta ympäristöön nähden, jolloin räjähdyskelpoinen seos ei pääse kosketuksiin kipinöivien ja kuumien osien tai valokaarien kanssa. Ennen jännitteen kytkemistä kotelon sisällä oleviin räjähdys suojaamattomiin osiin, huuhdellaan kotelot putkistoineen ilmalla tai neutraalilla inerttikaasulla, niin ettei niissä ole räjähdyskelpoista pitoisuutta.

Paineistettua rakennetta käytetään isoissa laitteissa kuten moottoreissa, ohjauspulpeteissa ja keskuksissa. Rakenteen periaatteita noudattaen voidaan myös rakentaa esimerkiksi valvomo tai analysaattorihuone. (SFS-käsikirja 604-1. 2010, s.280)

4.7 Massavalurakenne (Exm)

Massavalurakenteessa laite tai sen osa on valettu massaansa siten, että räjähdyskelpoinen seos ei pääse kosketuksiin vaaraa aiheuttavien osien kanssa. Rakennetta käytetään pienillä laitteilla ja komponenteilla. (SFS-käsikirja 604-1. 2010, s.282)

4.8 Pölyräjähdysvaarallisen tilan tiivis kotelo (Ext)

Tämä räjähdys suojausrakenne on tarkoitettu vain pölyräjähdysvaarallisiin tiloihin. Laite on suojattu pölytiiviillä kotelolla, jolla räjähtävä pöly-ilmaseos pidetään erossa syttymislahteista. Lisäksi kotelon pintalämpötila on rajoitettu. (SFS-käsikirja 604-1. 2010, s.283)

4.9 Erikoisrakenne (Exs)

Standardisoitujen rakenteiden lisäksi on käytössä erikoisrakenteita Exs, jotka on valmistettu tiettyä tarkoitusta varten tai tietyllä tavalla. Hyväksymisestä sovitaan valmistajan ja testauslaitoksen välisissä neuvotteluissa. Exs-rakennetta voidaan käyttää, jos standardisoituja suojausrakenteita ei voida syystä tai toisesta käyttää.

IEC-järjestöllä on Exs-rakenteelle oma standardi IEC 60079-33. Euroopassa Exs-rakenne voidaan toteuttaa ATEX-direktiivin vaatimusten mukaan. (SFS-käsikirja 604-1. 2010, s.283)

5 LAITTEIDEN VALINTA

Räjähdysvaaralliseen tilaan valitaan laitteet laiteryhmän, räjähdysvaaran aiheuttaman kaasun-, höyryn tai pölyn syttymislämpötilan tai tilaluokan mukaan. (SFS-käsikirja 604-2. 2009, s.32-34)

5.1 Valinta laiteryhmän mukaan

Sähkölaitteet voidaan valita taulukon 4 mukaisesti.

TAULUKKO 4. Kaasujen/höyryjen tai pölyjen räjähdysryhmien ja laiteryhmien yhteensopivuus. (SFS-käsikirja 604-2. 2009, s.33)

Sijoituspaikan kaasun/höyryn tai pölyn räjähdysryhmä	Sallittu laiteryhmä
IIA	II, IIA, IIB tai IIC
IIB	II, IIB tai IIC
IIC	II tai IIC
IIIA	IIIA, IIIB tai IIIC
IIIB	IIIB tai IIIC
IIIC	IIIC

Sähkölaitetta ei saa käyttää muilla kaasuilla tai höyryillä, kuin sillä mille se on merkitty sopivaksi ilman pätevän tahon tekemää täydellistä arviointia, jonka tuloksena laite soveltuu kyseiseen käyttöön. (SFS-käsikirja 604-2. 2009, s.33)

5.2 Valinta kaasun, höyryn tai pölyn syttymislämpötilan mukaan

Räjähdysvaaralliseen tilaan on valittava laitteet siten, ettei sen korkein pintalämpötila saavuta minkään sen vaikutus-piirissä olevan kaasun, höyryn tai pölyn syttymislämpötilaa.

Sähkölaitetta jonka käyttölämpötila-aluetta ei ole merkitty, saa käyttää vain -20°C...40°C lämpötila-alueella. Jos laitteelle on merkitty lämpötila-alue, se on suunniteltu käytettäväksi tällä alueella. (SFS-käsikirja 604-2. 2009, s.34)

TAULUKKO 5. Lämpötilaluokkien tunnuksset. (SFS-käsikirja 604-2. 2009, s.34)

Tilaluokituksen edellyttämä lämpötilaluokka	Kaasun tai höyryn syttymislämpötila °C	Sähkölaitteiden sallitut lämpötilaluokat
T1	>450	T1 - T6
T2	>300	T2 - T6
T3	>200	T3 - T6
T4	>135	T4 - T6
T5	>100	T5 - T6
T6	>85	T6

Sähkölaitteet on merkitty yllä olevan taulukon mukaisilla lämpötilaluokkien tunnuksilla.

5.3 Laitevalinta tilaluokan mukaan

5.3.1 Tilaluokassa 0 käytettävät laitteet

Tilaluokassa 0 voidaan käyttää laitteita, joiden räjähdysuojaustaso (EPL) on hyvin korkea "Ga" ja laiteluokka 1G. Tilaluokan 0 sähkölaitteiden vaatimukset on esitetty standardissa IEC 60079-11 (suojausrakenne "ia" - luonnostaan vaaraton). Tilaluokassa 0 voidaan käyttää myös suojausrakennetta "ma" (massaan valettu), mikäli se täyttää räjähdysuojaustaso "Ga" vaatimukset. Lisäksi voidaan käyttää laitetta, jossa on kaksi toisistaan riippumatonta suojausrakennetta jotka täyttävät kumpikin EPL "Gb" vaatimukset.

Sähköpiirien (mukaanlukien kaikki yksinkertaiset laitteet ja komponentit, liitännäislaitteet, Exi-laitteet ja yhdyskaapelien suurimmat sallitut sähköiset parametrit) on täytettävä tyyppin "ia" vaatimukset. On myös suositeltavaa käyttää liitännäislaitteita, joissa Exi-piirit on galvaanisesti erotettu muista piireistä. (SFS-käsikirja 604-2. 2009, s.32-33)

ABC company	
Type RST	
Serial no. 123456	
Ex ma IIC T4 Ga	vaihtoehto Ex ma IIC T4
Ex ma IIIC T 120°C Da	vaihtoehto Ex ma IIIC T 120°C
IP 67	
N.A.01.9999	

KUVIO 1. Esimerkki räjähdysuojusrakenteen "ma" (EPL Ga sekä Da) sähkölaite. Kaasuräjähdyssvaarallisiin tiloihin, joissa esiintyy ryhmän IIC kaasuja, sekä pölyräjähdysvaarallisiin tiloihin, joissa esiintyy ryhmän IIIC johtavia pölyjä. (SFS-käsikirja 604-1. 2010, s.258)

5.2.2 Tilaluokassa 1 käytettävät laitteet

Tilaluokassa 1 voidaan käyttää laitteita, joiden räjähdysuojaustaso (EPL) on hyvin korkea "Ga" tai korkea "Gb" ja joiden laiteluokka on 1G tai 2G. Suojusrakenteita, joita voidaan käyttää tilaluokassa 1 ovat luonnostaan vaaraton ("ia" tai "ib"), massaan valettu ("ma" tai "mb"), varmennettu rakenne ("e"), räjähdyspaineen kestävä kotelointi ("d"), öljytäytteinen rakenne ("o"), paineistettu kotelointi ("p", "px" tai "py") sekä hiekkatäytteinen ("q"). (SFS-käsikirja 604-2. 2009, s.32-33)

WOKAITERT SARL

Type NT 3

Ex d II (NH_3) Gb

vaihtoehto Ex d II (NH_3)

No. 6549

MNO 02.3102

KUVIO 2. Esimerkki räjähdysuojusrakenteen "d" (EPL Gb) sähkölaite.

Kaasuräjähdyssvaarallisiin tiloihin, käytettäväksi vain ammoniakki-kaasussa. (SFS-käsikirja 604-1. 2010, s.257)

5.2.3 Tilaluokassa 2 käytettävät laitteet

Tilaluokassa 2 voidaan käyttää laitteita, joiden räjähdysuojautaso (EPL) on hyvin korkea "Ga", korkea "Gb" tai normaali "Gc" ja joiden laiteluokka on 1G, 2G tai 3G. Tilaluokassa 2 voidaan käyttää samoja suojausrakenteita kuin tilaluokissa 0 ja 1. Lisäksi voidaan käyttää seuraavia suojausrakenteita: luonnostaan vaaraton ("ic"), massaan valettu ("mc"), kipinöimätön ("n" tai "nA"), paineistettu kotelointi ("pz"), rajoitetusti hengittävä ("nR"), energiarajoitus ("nL") sekä kipinöivä laite ("nC"). (SFS-käsikirja 604-2. 2009, s.32-33)

H.ATHERINGTON Ltd.

TYPE 250 JG 1

Ex e px IIC 125°C (T4) Gb

vaihtoehto Ex eb pxb IIC 125°C (T4)

No. 56732

GHI 02.0076 X

KUVIO 3. Esimerkki räjähdysuojusrakenteiden "e" ja "px" (EPL Gb) sähkölaite

kaasuräjähdyssvaarallisiin tiloihin. Kaasuille, joiden syttymislämpötila on yli 125°C. (SFS-käsikirja 604-1. 2010, s.256)

5.2.4 Tilaluokassa 20 käytettävät laitteet

Tilaluokassa 20 voidaan käyttää laitteita, joiden rähdys-suojautaso (EPL) on hyvin korkea "Da" ja laiteluokka 1D. Tilaluokassa 20 käytettäviä suojausrakenteita ovat luonnostaan vaaraton ("iD"), massaan valettu ("mD"), sekä suojaus koteloinnilla ("tD"). (SFS-käsikirja 604-2. 2009, s.32-33)

ABC Company	
Type RST	
Serial No. 12345	
Ex ma IIIC T 120°C Da	vaihtoehto Ex ma IIIC T 120°C
IP68	
N.A. 01.9999	

KUVIO 4. Esimerkki räjähdys-suojaus rakenteen "mD" (EPL Da) sähkölaite pölyräjähdysvaarallisiin tiloihin. Tilassa esiintyy ryhmän IIIC johtavia pölyjä. Laitteen maksimi pintalämpötila alle 120°C. (SFS-käsikirja 604-1. 2010, s.257)

5.2.5 Tilaluokassa 21 ja 22 käytettävät laitteet

Tilaluokassa 21 voidaan käyttää laitteita, joiden rähdys-suojautaso (EPL) on hyvin korkea "Da" tai korkea "Db" ja laiteluokka 1D tai 2D. Tilaluokassa 22 voidaan käyttää laitteita, joiden rähdys-suojautaso (EPL) on hyvin korkea "Da", korkea "Db" tai normaali "Dc" ja laiteluokka 1D, 2D tai 3D. tilaluokissa 21 ja 22 voidaan käyttää tilaluokan 20 suojausrakenteiden lisäksi paineistettua kotelointia "tD". (SFS-käsikirja 604-2. 2009, s.32-33)

ABC Company

Type KLM

Serial No. 12345

Ex p IIIC T 120°C Db

vaihtoehto Ex pd IIIC T 120°C

IP65

N.A. 01.9999

KUVIO 5. Esimerkki räjähdysuojaus rakenteen "pD" (EPL Db) sähkölaite pölyräjähdysvaarallisiin tiloihin. Tilassa esiintyy ryhmän IIIC johtavia pölyjä. Laitteen maksimi pintalämpötila alle 120°C. (SFS-käsikirja 604-1. 2010, s.257)

6 TARKASTUKSET

6.1 Ennen käyttöönottoa tehtävät tarkastukset

Ennen käyttöönottoa on tarkastettava kaikki sähkölaitteet, järjestelmät ja asennukset sen toteamiseksi, että räjähdys-suojaurakenne ja asennus on oikea. Tarkastusten on oltava yksityiskohtaisia soveltuvien osien liitteiden 1, 2, 3 ja 4 mukaisesti, lisäksi tarkastuksista on pidettävä pöytäkirjaa. (SFS-käsikirja 604-2. 2009, s.118)

6.2 Määräaikaiset tarkastukset

Ennen käyttöönottoa tehtävien tarkastusten lisäksi kaikki laitteet on tarkastettava säännöllisin välein. Määräaikaisten tarkastusten väli saa olla enintään 3 vuotta. Tarkastukset voivat olla silmämääräisiä tai lähitarkastuksia liitteiden 1, 2, 3 ja 4 mukaisesti. Määräajoin suoritettava tarkastus voi antaa aiheen yksityiskohtaiseen tarkastukseen.

Kaikista määräajoin tehtävistä tarkastuksista on pidettävä pöytäkirjaa. (SFS-käsikirja 604-2. 2009, s.118)

6.3 Pistokoetarkastukset

Pistokoetarkastuksia suoritetaan osalle asennetuista laitteista. Nämä voivat olla silmämääräisiä, lähempiä tai yksityiskohtaisia tarkastuksia. Pistokoetarkastuksista on pidettävä pöytäkirjaa. (SFS-käsikirja 604-2. 2009, s.118)

6.4 Liikuteltavien laitteiden erityistarkastukset

Liikuteltaville sähkölaitteille on suoritettava yksityiskohtainen tarkastus enintään 12 kuukauden välein, koska nämä ovat erityisen alttiita vaurioille ja väärinkäytölle. Lisäksi käyttäjän on tehtävä laitteelle silmämääräinen tarkastus ennen käyttöä, jotta varmistettaisiin, ettei laite ole vahingoittunut.

Yksityiskohtaisista tarkastuksista on pidettävä pöytäkirjaa. (SFS-käsikirja 604-2. 2009, s.119)

6.5 Tarkastuslistat

Räjähdyssuojatut laitteet tarkastetaan liitteiden 1, 2, 3 tai 4 soveltuvien sarakkeiden mukaisesti. Liitteen 1 Ex 'n' sarakkeen mukaisesti tarkastetaan soveltuvien osien muut tilaluokan 2 laitteet. (SFS-käsikirja 604-2. 2009, s.118)

7 KÄYTTÖÖNOTTOTARKASTUS

Ennen kuin sähkölaitteisto voidaan ottaa käyttöön, on sille tehtävä käyttöönottotarkastus (liitteet 1, 2, 3 tai 4). Tähän sisältyy aistinvarainen tarkastus sekä mittauksia ja toiminnallisia kokeita. Tarkastusten yhteydessä on varottava mahdollisuutta, että testauslaitteiden käyttö vaarattomalla alueella johtaisi sähköpurkauksiin räjähdysvaarallisella alueella. Mittaukset on tehtävä erityisesti Exi-piirille suunnitelluilla mittalaitteilla. Mikäli räjähdysvaarallisesta tilasta vastaava taho voi taata tilan olevan mittauksen ajan kaasu- ja pölyvapaa, voidaan mittalaitteista luopua.

Käyttöönottotarkastuksen tulee täyttää standardin SFS 6000-6-61 vaatimukset. Lisäksi räjähdysvaarallisten tilojen käyttöönottotarkastuksessa tulee noudattaa standardin SFS-EN 60079-17 lisävaatimuksia. (SFS-käsikirja 604-2. 2009, s.117-118)

7.1 Aistinvarainen tarkastus

Aistinvarainen tarkastus aloitetaan jo sähkölaitteiston rakennusvaiheessa, ja käytännössä se kestää koko laitteiston rakentamisen ajan, riippumatta kohteesta tai tehtävästä työstä. Tarkastus on yleensä tehtävä ennen testauksia koko asennuksen ollessa jännitteettömänä. Tarkastuksen aikana havaitut puutteet korjataan työn edetessä ja viimeistään ennen laitteiston käyttöönottoa.

Aistinvarainen tarkastus on laajin käyttöönottotarkastuksiin kuuluva osa-alue. Yleisohjeena aistinvaraiset tarkastukset kohdistuvat pääosin merkintöihin, dokumentaatioon, mekaaniseen ja vettä vastaan tehtyyn suojaukseen sekä kosketus- ja palosuojaukseen, mutta myös muihin tapauskohtaisiin vaatimuksiin. (Saastamoinen & Saarelainen 2012, s.11)

TAULUKKO 6. SFS 6000-6:n mukaan aistinvaraiseen tarkastukseen pitää sisältyä vähintään seuraavien kohtien tarkastaminen. (Saastamoinen & Saarelainen 2012, s.11-13)

a) Sähköiskulta suojaukseen käytetyt menetelmät
b) Palosuojauksien käyttö ja toimenpiteet lämpövaikutuksilta suojaamiseksi sekä palon leviämisen estämiseksi tehdyt toimenpiteet
c) Johtimien valinta kuormitettavuuden ja sallitun jännitteenaleneman kannalta
d) Suoja- ja valvontalaitteiden valinta ja asettelu
e) Erotus- ja kytkentälaitteiden valinta ja oikea sijoitus
f) Sähkölaitteiden ja suojausmenetelmien valinta ulkoisten tekijöiden vaikutuksen mukaan
g) Nolla- ja suojajohtimien oikeat tunnuks
h) Yksivaiheisten kytkinlaitteiden kytkentä äärijohtimiin
i) Piirustusten, varoituskilpien tai vastaavien tietojen olemassaolo
j) Virtapiirien, varokkeiden, kytkimien, liittimien yms. tunnistettavuus
k) Johtimien liitosten sopivuus
l) Suojajohtimien, mukaan luettuna suojaavien potentiaalintasausjohtimien ja lisäpotentiaalintasausjohtimien olemassa olo ja sopivuus
m) Sähkölaitteiston käytön, tunnistamisen ja huollon vaatima tila.

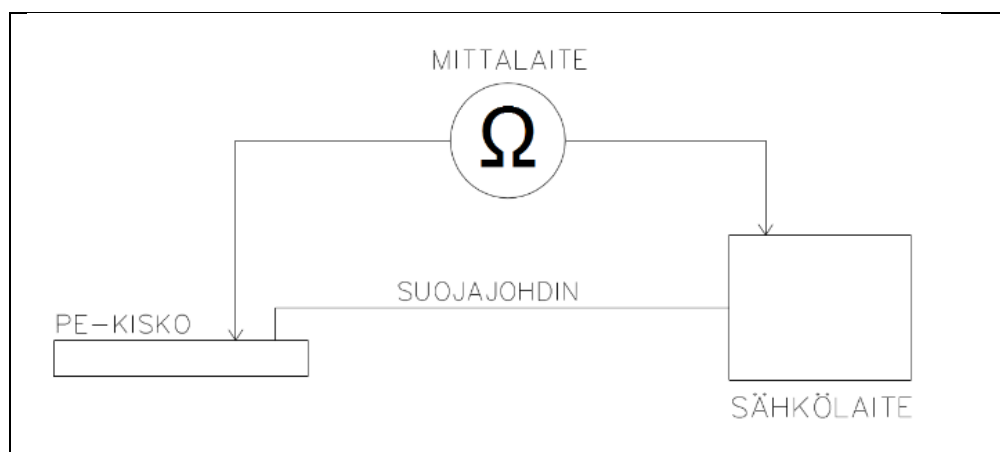
7.2 Suojajohtimien jatkuvuusmittaus

Suojajohtimien jatkuvuusmittaus on välttämätön mitata, jotta voidaan tarkastaa syötön automaattisen poiskytkennän toiminta. SFS 6000:2007 määrittelee, että testauksessa käytettävän mittalaitteen on syötettävä piiriin 4 - 24 V tasa- tai vaihtojännitettä ja syötön minimivirran on oltava 200 mA. Riittävän pieni resistanssilukema antaa tyydyttävän tuloksen. Mikäli tulokseen ei olla tyytyväisiä ja resistanssi on liian suuri, on syytä tehdä lisämaadoituksia ja suorittaa mittaus uudelleen.

Tapauskohtaisesti on testivirran oltava riittävän pieni, jotta vältytään palo- ja räjähdysvaaralta. Suojajohtimen jatkuvuus tulee varmistaa laitekohtaisesti.

Yleensä maadoitusjohdinta ei tarvitse mittauksen ajaksi irroittaa vaan pitää laite mahdollisimman hyvin käyttötilanteensa mukaisena. TN-S-järjestelmässä on jatkuvuusmittausten ajaksi poistettava nollajohtimen ja suojamaadoitusjohtimen yhdistys, jolloin voidaan samalla tarkastaa, että nolla- ja suojamaadoitusjohtimet eivät ole vaihtuneet keskenään millään laitteella. Mittaus kannattaa useimmiten tehdä siten, että aloitetaan testaus laitteiston pääpotentialintasauskiskosta ja siirrytään säteittäin keskuskohtaiseen testaukseen.

SFS-EN 60204-1:2007 on määritellyt maadoituksen jatkuvuusmittaukset tehtäväksi edellä mainittujen vaatimusten mukaisesti. Mittausvirraksi suositellaan enintään 10 A virtaa, mutta vähintään kuitenkin 0,2 A. (Saastamoinen & Saarelainen 2012, s.18-22)



KUVIO 6. Suojajohtimen jatkuvuuden mittaaminen.

TAULUKKO 7. Kupari- ja alumiinijohtimien resistanssiarvoja. (Saastamoinen & Saarelainen 2012, s.19)

Johdin- poikki- pinta-ala mm ²	Kuparijohdin		Alumiinijohdin	
	Resistanssi metriä kohti Ω	Resistanssi 100 metriä kohti Ω	Resistanssi metriä kohti Ω	Resistanssi 100 metriä kohti Ω
1,5	0,0115	1,15		
2,5	0,0069	0,69		
4	0,0043	0,43		
6	0,0029	0,29		
10	0,0017	0,17		
16	0,0011	0,11	0,0018	0,18
21	0,0008	0,08		
25	0,0007	0,07	0,0011	0,11
35	0,0005	0,05	0,0008	0,08
41	0,0004	0,04		
50	0,00035	0,035	0,0006	0,06
57	0,0003	0,03		
70	0,00025	0,025	0,0004	0,04
95			0,0003	0,03
120			0,00024	0,024
150			0,00019	0,019
185			0,00015	0,015

7.3 Eristysresistanssimittaus

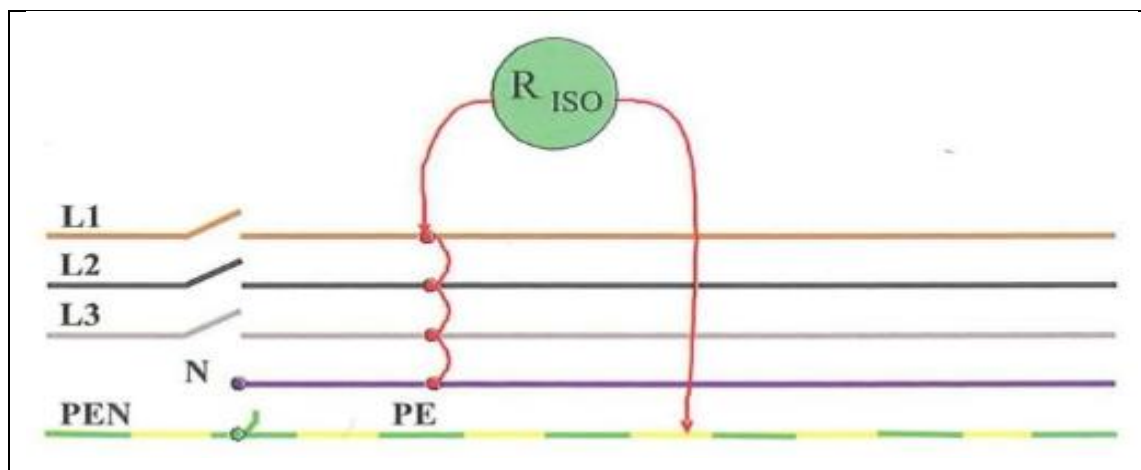
Eristysresistanssimittauksella varmistetaan, että jännitteiset osat ovat riittävästi eristettyjä maasta. Mittauksella tutkitaan onko tapahtunut kytkentävirheitä tai onko kaapeli vaurioitunut rakennustöiden edetessä. Mittausjännitteenä käytetään tavallisesti 500 V jännitettä. Mikäli mitattavat piirit sisältävät elektronisia laitteita, ylijännitesuojia tai muita sellaisia laitteita, jotka todennäköisesti vaikuttavat testiin tai voivat rikkoutua testissä on ne erotettava ennen eristysresistanssin mittausta. Jos tällaisten laitteiden erottaminen on kohtuuttoman vaikeaa voidaan koejännite pienentää 250 V tasajännitteeseen, mutta eristysresistanssin tulee olla edelleen vähintään 1 M Ω . Standardissa eristysresistanssin mittaus on mainittu tehtäväksi suojajohtimen jatkuvuusmittausten jälkeen, mutta varsinkin pienemmissä kokonaisuuksissa on eristysresistanssimittaus järkevää tehdä ensimmäisenä mittauksena. Tämä mahdollisuus on kerrottu standardissakin.

Eristysresistanssi on mitattava kaikkien jännitteisten johtimien ja maan väliltä. TN-S-järjestelmässä nollajohdin katsotaan myös jännitteiseksi johtimeksi. (Saastamoinen & Saarelainen 2012, s.22-24)

TAULUKKO 8. Eristysresistanssin pienimmät sallitut arvot. (Saastamoinen & Saarelainen 2012, s.24)

Virtapiirin nimellijännite	Koejännite (DC)	Eristysresistanssi
SELV ja PELV	250	$\geq 0,5$
Enintään 500 V (ei SELV ja PELV)	500	$\geq 1,0$
Yli 500 V	1000	$\geq 1,0$

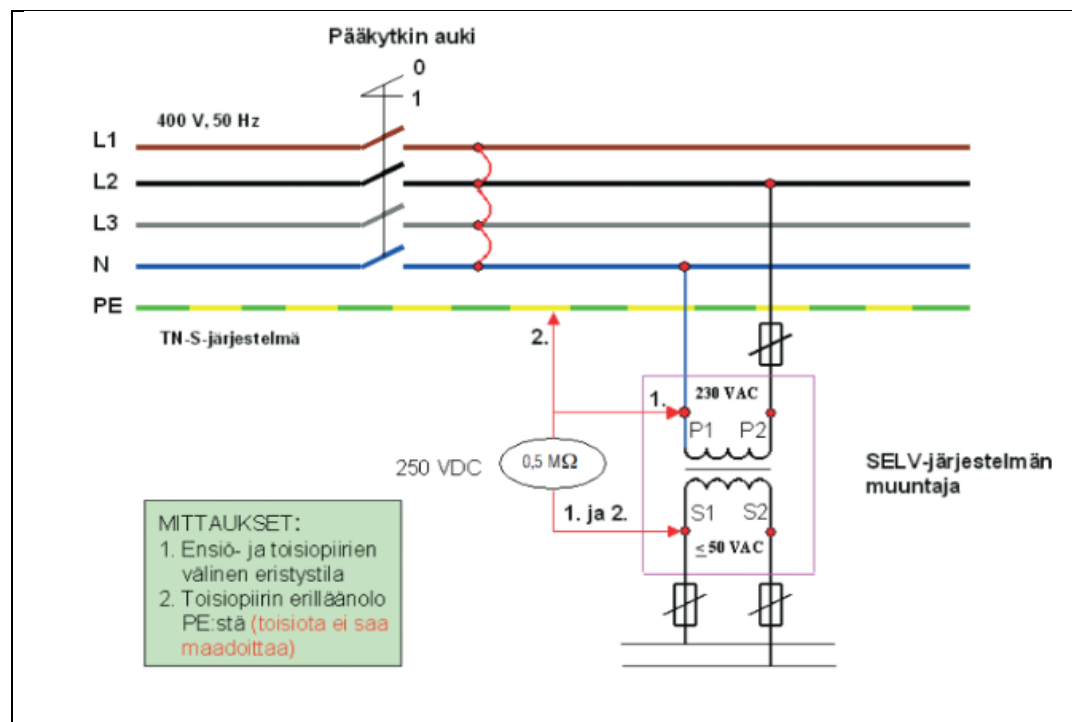
Jos räjähdysvaarallisessa tilassa käytetään TN-järjestelmää, on käytettävä TN-S-järjestelmää. Räjähdysvaarallisessa tilassa suojajohtimen on yleensä oltava samassa putkessa tai kaapelissa virtajohtimien kanssa. TN-S-järjestelmässä on mitattava nolla- ja suojajohtimen välinen eristysresistanssi ennen käyttöönottoa. (SFS-käsikirja 604-2. 2009, s.284)



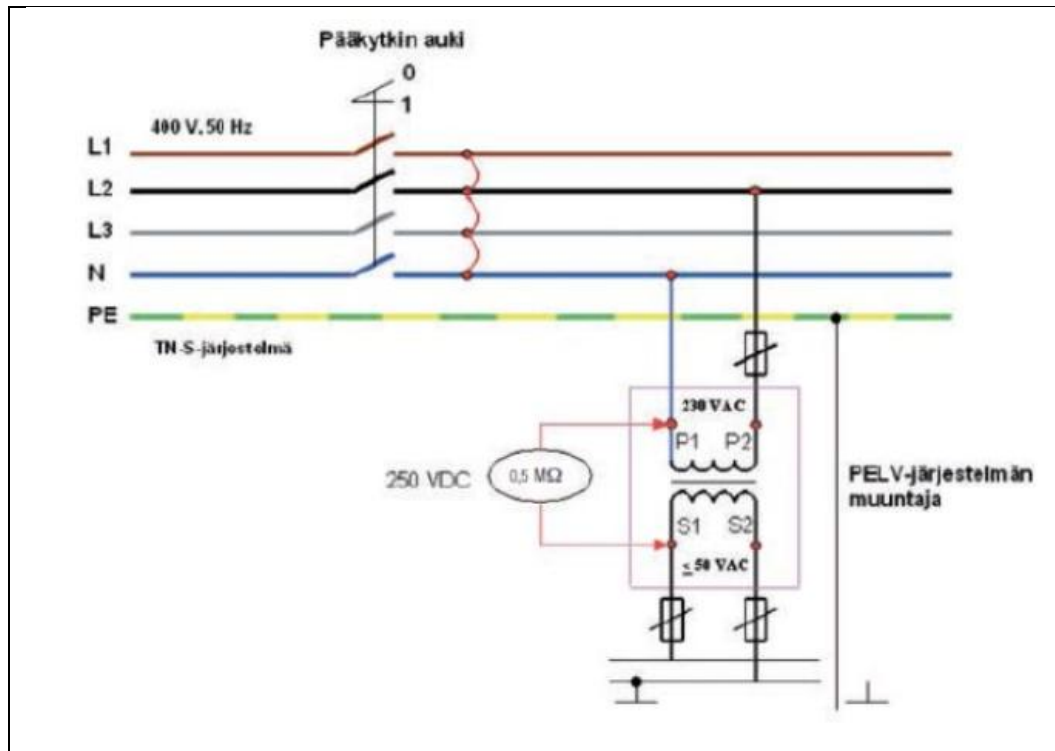
KUVIO 7. Eristysresistanssin mittaus TN-S-järjestelmässä. (Saastamoinen & Saarelainen 2012, s.25)

SELV- ja PELV-järjestelmät ovat pienoisjännitejärjestelmiä, joiden jännite voi olla korkeintaan 50 V vaihtojännitteellä tai 120 V tasajännitteellä. Mikäli asennukseen kuuluu SELV- ja PELV-piirejä on näiden piirien ja suurempijännitteisten piirien välinen eristysresistanssi mitattava. Lisäksi SELV-piireistä on mitattava eristysresistanssi SELV-piirin ja maan väliltä.

Mittausjännitteenä käytetään 250 V jännitettä ja eristysresistanssin on oltava vähintään 0,5 M Ω . (Saastamoinen & Saarelainen 2012, s.23)



KUVIO 8. Eristysresistanssin mittaus SELV-järjestelmässä. (Saastamoinen & Saarelainen 2012, s.26)



KUVIO 9. Eristysresistanssin mittaus PELV-järjestelmässä. (Saastamoinen & Saarelainen 2012, s.27)

7.4 Syötön automaattisen poiskytkennän testaus

Syötön automaattinen poiskytkentä testataan mittaamalla pienin oikosulkuvirta vaiheen ja suojajohtimen välisessä viassa. Mittaus tehdään jännitteen kytkemisen jälkeen ja sillä varmistetaan syötön automaattisen poiskytkennän toimivuus vikatilanteessa. Mittaus tehdään kunkin keskuksen epäedullisimmiksi arvioituista pisteistä. Epäedullisimmat pisteet löytyvät useimmiten pisimpien johtojen päätepisteistä. Vikavirtasuojakytkimien toiminta testataan testipainikkeella. Lisäksi tulee mittaamalla varmistua, että laite toimii nimellistoimintavirrallaan.

Suojajohtimien jatkuvuus on mitattava ennen vikavirtapiirin impedanssin mittausta. Vikavirtapiirin impedanssin mittaus on suoritettava piirin nimellistaajuudella. Mitatun vikavirtapiirin impedanssin on oltava TN-järjestelmässä sellainen, että syötön automaattinen poiskytkentä tapahtuu standardin edellyttämässä ajassa. Lisäksi on otettava huomioon lämpötilan noususta johtuva resistanssin suureneminen vikatapauksessa. (Saastamoinen & Saarelainen 2012, s.30-32)

TAULUKKO 9. Pienimmät johdinsuojakatkaisijoiden toimintavirrat ja vaaditut mitatut arvot. (Saastamoinen & Saarelainen 2012, s.33)

Nimellis- virta	B-tyyppi 0,4s ja 5,0s	Vaadittu mitattu arvo	C-tyyppi 0,4s ja 5,0s	Vaadittu mitattu arvo	K ja G- tyypit 0,4s ja 5,0s	Vaadittu mitattu arvo	D-tyyppi 0,4s ja 5,0s	Vaadittu mitattu arvo
A	A	A	A	A	A	A	A	A
6	30	37,5	60	75	84	105	120	150
10	50	62,5	100	125	140	175	200	250
16	80	100	160	200	224	280	320	400
20	100	125	200	250	280	350	400	500
25	125	156,3	250	312,5	350	437,5	500	625
32	160	200	320	400	448	560	640	800
50	250	312,5	500	625	700	875	1000	1250
63	315	393,8	630	787,5	882	1102,5	1260	1575
80	400	500	800	1000	1120	1400	1600	2000
125	625	781,3	1250	1562,5	1750	2187,5	2500	3125

TAULUKKO 10. Pienimmät gG-sulakkeiden toimintavirrat ja vaaditut mitatut arvot.
(Saastamoinen & Saarelainen 2012, s.33)

Nimellisvirta A	gG-sulake 0,4s A	Vaadittu mitattu arvo A	gG-sulake 5,0s A	Vaadittu mitattu arvo A
2	16	20	9	11,3
4	32	40	18	22,5
6	46,5	58,2	28	35
10	85	102,5	46,5	58,2
16	110	137,5	65	81,3
20	145	181,3	85	106,3
25	180	225	110	137,5
32	270	337,5	150	187,5
35	287	359	165	206,3
40	315	393,8	190	237,5
50	470	587,5	250	312,5
63	550	687,5	320	400
80	840	1050	425	531,3
100	1000	1250	580	725
125	1450	1812,5	715	893,8
160	1600	2000	950	1187,5
200	2100	2625	1250	1562,5
250	2800	3500	1650	2062,5
315	3700	4625	2200	2750
400	4800	6000	2840	3550
500	6400	8000	3800	4750
630	8500	10625	5100	6375

7.5 Napaisuus ja kiertosuunnan tarkistus

Yksinapaisten kytkinlaitteiden asentaminen nollajohtimeen on kielletty. Tämän varmistaminen on määritelty standardissa käyttöönottotarkastukseen liittyväksi toimenpiteeksi. Monivaiheisissa piireissä on tarkistettava kiertosuunnan säilyminen. Kiertosuunnan säilyminen on tarkastettava myös keskuksista, joista ei lähde yhtään monivaiheista ryhmäjohtoa. (Saastamoinen & Saarelainen 2012, s.34-35)

7.6 Toimintatestit

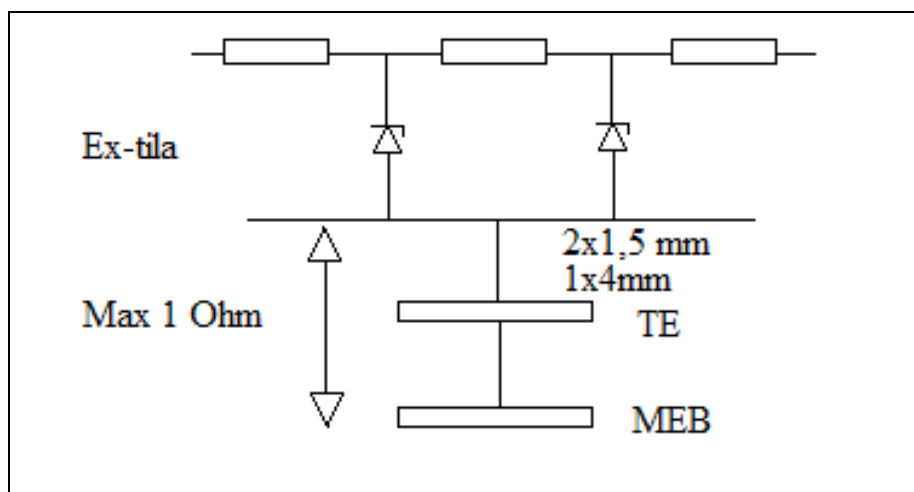
Asennetuille laitteille on tehtävä toimintatestit. Toimintatesteillä todetaan että laitteet on asennettu ja säädetty niille asetettujen vaatimusten mukaan. Toiminnalliset kokeet on tehtävä tarpeen mukaan myös suojalaitteille.

Toimintatestejä tehtäessä kaikkien asennusten on oltava valmiita ja ohjausten yms. oltava toteutettu lopullisia reittejä sekä laitteita hyväksi käyttäen. (Saastamoinen & Saarelainen 2012, s.35)

7.7 Exi-piirien lisävaatimuksia

7.7.1 Exi-piirin maadoitus ja/tai maasta erottaminen

Exi-piirit voivat olla joko maasta erotettuja, tai yhdistettyjä potentiaalintasausjärjestelmään yhdestä pisteestä. Maadoitusmittauksia tehdessä päämaadoituskiskon ja Exi-piirien välinen resistanssi on mitattava käyttöönottotarkastuksessa. päämaadoituskiskon ja exi-piirien välinen resistanssi $\leq 1 \Omega$. Eristysvastuksen mittauksella varmistetaan että Exi-piirit ovat maadoitettu (yhdestä pisteestä), tai kauttaaltaan maasta eristetty. Mittausta ei tarvita, jos itseilmaiseva maavika. (SFS-käsikirja 604-2. 2009, s.129)



KUVIO 10. Zener-barrierin maadoitus

7.7.2 Häiriösuojan maadoittaminen

Maadoitetussa Exi piirissa häiriösuojalla varustettu maadoituskaapeli tulisi maadoittaa samaan pisteeseen suojaamansa Exi-piirin kanssa. Jos maasta eristetyssä Exi-piirissä tai siitä galvaanisesti erotetussa osapiirissä on käytetty häiriösuojattua kaapelia, suojavaippa tulisi liittää potentiaalintasausjärjestelmään yhdessä pisteessä. (SFS-käsikirja 604-2. 2009, s.128)

8 VARMENNUSTARKASTUS

Sähkölaitteet jaetaan kolmeen luokkaan käyttöpäätöksen KTMp (517/96) 2 § mukaan.

Luokan määräytymiseen vaikuttaa esimerkiksi sähkölaitteen sijoitustila, laitteen nimellisjännite, ylivirtasuojan nimellisvirta ja muut erityisvaatimukset.

Sähkölaitteistolle on tehtävä käyttöönottotarkastuksen lisäksi varmennustarkastus sähköturvallisuuden varmistamiseksi. Varmennustarkastus on tehtävä kaikille luokan 1-3 sähkölaitteistolle. Räjähdysvaarallisten tilojen varmennustarkastus voidaan suorittaa standardin SFS 5825 liitteen 4 opastuksella siten, että standardisarjan EN 60079 sekä ATEX-direktiivin 94/9/EC vaatimukset otetaan huomioon. Varmennustarkastus tulee tehdä kolmen kuukauden kuluessa käyttöönotosta pois lukien luokan 3 sähkölaitteistot, joille varmennustarkastus tulee tehdä ennen käyttöönottoa. (Saastamoinen & Saarelainen 2012, s.44-45)

9. YHTEENVETO

Tässä työssä käsiteltiin teollisuudessa esiintyvien kaasu- ja pölyräjähdysvaarallisten tilojen sähköasennuksia, tarkastuksia ja niitä koskevia määräyksiä sekä standardeja.

Räjähdysvaarallisten tilojen tarkastusten ja asennusten tekemisessä on hyvin tärkeää muistaa ja osata tulkita standardien perusvaatimuksia sekä räjähdys suojausrakenteiden lisävaatimuksia. Työssä esiteltiin sähköasennusten ja tarkastusten helpottamiseksi tulkintoja standardeista.

Työn tavoitteena oli tehdä sähköasentajia helpottava ohjeistus räjähdysvaarallisten tilojen asennusten, käyttöönottomittausten ja -tarkastusten suorittamisesta. Oppaaseen pyrittiin keräämään ja tiivistämään vain oleellinen tieto asentajan näkökulmasta asennusten ja tarkastusten tekemiseen. Oppaassa käydään läpi räjähdysvaarallisten tilojen tilaluokitus, räjähdys suojaus, laitteiden valinta räjähdysvaaralliseen tilaan sekä käyttöönottotarkastus ja tarvittavat mittaukset. Laitteiden valintaa sekä tarkastuksia ja mittauksia on pyritty havainnollistamaan taulukoiden ja kuvien avulla.

Mielestäni tavoitteet saavutettiin ja työn tuloksena syntyi asentajia palveleva tarkastusohje. Opinnäytetyön myötä oma tietämys räjähdysvaarallisten tilojen määräyksistä ja standardeista sekä sähkölaitteistolle tehtävistä tarkastuksista ja mittauksista lisääntyi. Mielenkiintoista työstä teki erityisesti se, että ei ole aikasemmin tarvinnut olla tekemisissä räjähdysvaarallisia tiloja koskevien asioiden kanssa.

LÄHTEET

ATEX Opas. Räjähdyksvaarallisten tilojen turvallisuus.

http://www.tukes.fi/Tiedostot/vaaralliset_aineet/esitteet_ja_opaat/ATEX_opas.pdf

Luettu 24.3.2015

ATEX. Räjähdyksvaarallisten tilojen, laitteiden, asennusten ja tilaluokituksen standardit
<http://dio.fi/wp-content/uploads/2014/05/ATEX-r%C3%A4j%C3%A4hdysvaarallisten-tilojen-laitteiden-asennusten-ja-tilaluokituksen-standardit.pdf>

Luettu 24.3.2015

Saastamoinen, A. & Saarelainen, K. 2012. ST-käsikirja 33. Rakennusten sähköasennusten tarkastukset. 3., uusittu painos. Espoo: Sähköinfo Oy

SFS-Käsikirja 59. Räjähdyksvaarallisten tilojen luokittelu. Palavat nesteet ja kaasut 2012. Helsinki: Suomen standardisoimisliitto SFS

SFS-Käsikirja 140. Räjähdyksvaarallisten tilojen sähköasennukset 2004. Helsinki: Suomen standardisoimisliitto SFS

SFS-Käsikirja 604-1 Räjähdyksvaaralliset tilat. Osa 1: Määräykset, tilaluokitus ja sähkölaitteiden rakenteet 2010. Helsinki: Suomen standardisoimisliitto SFS

SFS-Käsikirja 604-2 Räjähdyksvaaralliset tilat. Osa 2: Sähköasennukset, tarkastus ja huolto 2009. Helsinki: Suomen standardisoimisliitto SFS

LIITTEET

LIITE 1-4: SFS käsikirja 604-2 Räjähdyksvaaralliset tilat. Osa 2: Sähköasennukset, tarkastus ja huolto 2009. Helsinki: Suomen standardisoimisliitto SFS s.130-134

LIITE 5: Saastamoinen, A. & Saarelainen, K. 2012. ST-käsikirja 33. Rakennusten sähköasennusten tarkastukset. 3., uusittu painos. Espoo: Sähköinfo Oy s.81-84

Tarkastuslista Ex 'd', Ex 'e' ja Ex 'n' laitteille.

(Y = yksityiskohtainen, L = lähi ja S = silmämääräinen)

Tarkasta että	Ex 'd'			Ex 'e'			Ex 'n'		
	Tarkastusaste								
	Y	L	S	Y	L	S	Y	L	S
A Laite									
1 Laite vastaa tilaluokitusta	*	*	*	*	*	*	*	*	*
2 Laitteen räjähdysryhmä on oikea	*	*		*	*		*	*	
3 Laitteen lämpötilaluokka on oikea	*	*		*	*		*	*	
4 Laitteen syöttöpiirin tunnus on olemassa	*	*	*	*	*	*	*	*	*
5 Laitteen syöttöpiirin tunnus on oikea	*			*			*		
6 Kotelo, lasit ja lasin ja metallin väliset tiivisteet ja/tai yhdisteet ovat kunnossa	*	*	*	*	*	*	*	*	*
7 Ei ole suoritettu hyväksynnän vastaisia muutoksia	*			*			*		
8 Ei ole näkyviä hyväksynnän vastaisia muutoksia	*	*		*	*		*	*	
9 Pultit, kaapeliläpiviennit (suorat ja epäsuorat) ja sulikutulpat ovat oikean tyyppisiä, täydellisiä ja tiiviitä									
Kokeellinen tarkastus	*	*		*	*		*	*	
Silmämääräinen tarkastus			*			*			*
10 Laippapinnat ovat puhtaita ja vahingoittumattomia ja mahdolliset tiivisteet ovat kunnossa	*								
11 Rakomitat ovat sallitun maksimialueen sisällä	*	*							
12 Lampun arvot, tyyppi ja asento on oikea	*			*			*		
13 Johdinliitokset ovat kiristettyjä				*			*		
14 Kotelon tiivisteet ovat kunnossa				*			*		
15 Umpinaiset katkaisijarakenteet ja hermeettisesti tiivistetyt laitteet ovat kunnossa							*		
16 Rajoitetusti tuulettuvat kotelot ovat kunnossa							*		
17 Moottorituulettimilla on riittävä ilmaväli koteloihin ja/tai kansiin	*			*			*		
B Asennus									
1 Kaapelin tyyppi on oikea	*			*			*		
2 Kaapeleissa ei ole silminnähtäviä vaurioita	*	*	*	*	*	*	*	*	*
3 Kaapeliputket, johtokanavat ja asennusputket ovat kunnolla tiivistettyjä	*	*	*	*	*	*	*	*	*
4 Sulkumuhvit ja kaapelipäätteet ovat asianmukaisesti massalla täytettyjä	*								
5 Putkiasennusjärjestelmä sekä sen ja sekajärjestelmän liitännät ovat asianmukaiset	*			*			*		
6 Maadoitusliitännät mukaanlukien kaikki lisäpotentiaalintasausliitokset ovat kunnossa (esim. liittimet ovat kunnossa ja johtimien poikkipinta on riittävä)									
Kokeellinen tarkastus	*			*			*		
Silmämääräinen tarkastus		*	*		*	*		*	*
7 Virtapiirin silmukkaresistanssi (TN-järjestelmä) tai maadoitusresistanssi (IT-järjestelmä) on riittävän pieni	*			*			*		
8 Eristysresistanssi on riittävän suuri	*			*			*		
9 Suojalaitteet on aseteltu oikein (Automaattinen palautus ei ole mahdollinen tilaluokassa 1)	*			*			*		
10 Suojalaitteet toimivat sallituissa rajoissa	*			*			*		
11 Käytön erityisehdot (jos niitä on) täyttyvät	*			*			*		
C Ympäristö									
1 Laite on riittävästi suojattu korroosiolta, säältä, tärinältä, ja muilta haitallisilta tekijöiltä	*	*	*	*	*	*	*	*	*
2 Ei esiinny kohtuutonta pölyn tai lian kerääntymistä	*	*	*	*	*	*	*	*	*
3 Laitteiden eristy on puhdas ja kuiva				*			*		
4 Laitteet soveltuvat käytettäväksi ko. ympäristössä	*			*			*		

Tarkastuslista Ex 'i' asennuksille.

(Y = yksityiskohtainen, L = lähi ja S = silmämääräinen)

Tarkasta että	Tarkastuksen aste		
	Y	L	S
A Laite			
1 Piirin ja/tai laitteen asiakirjat vastaavat tilaluokitusta	*	*	*
2 Asennettu laite on sama kuin suunnitelmissa esitetty Vain kiinteästi asennetut laitteet	*	*	
3 Piirin ja/tai laitteen tyyppi ja räjähdysryhmä on oikea	*	*	
4 Laitteen lämpötilaluokka on oikea	*	*	
5 Asennuksen merkinnät ovat selkeät	*	*	
6 Ei ole suoritettu hyväksynnän vastaisia muutoksia	*		
7 Ei ole näkyviä hyväksynnän vastaisia muutoksia		*	*
8 Suojarajoittimet, releet ja muut energiaa rajoittavat laitteet ovat hyväksyttyä tyyppiä, ne on asennettu hyväksymisasiakirjojen vaatimusten mukaisesti ja ne on maadoitettu luotettavasti sitä vaadittaessa	*	*	*
9 Johdinliitokset ovat kiristettyjä	*		
10 Piirilevyt ovat puhtaita ja vahingoittumattomia	*		
B Asennus			
1 Kaapelit on asennettu oikein	*		
2 Kaapelivaipat on maadoitettu oikein	*		
3 Kaapeleissa ei ole silminnähtäviä vaurioita	*	*	*
4 Kaapeliputket, johtokanavat ja asennusputket ovat kunnolla tiivistettyjä	*	*	*
5 Kaikki kytkennät ovat oikein	*		
6 Maadoitusyhteydet ovat kunnossa (liitokset ovat tiukkoja ja johtimien Poikkipinta on riittävä)	*		
7 Maadoitusliitokset varmistavat räjähdysuojauksen	*	*	*
8 Exi-piiri on erotettu maasta tai maadoitettu ainoastaan yhdestä pisteestä	*		
9 Exi-piirin ja muiden piirien välinen erotus on toteutettu yhteisissä kytkentäkoteloidissa tai jakokeskuksissa	*		
10 Virtalähteen oikosulkusuojaus (tarvittaessa) on suunnitelmien mukainen	*		
11 Käytön erityisehdot (jos niitä on) täyttyvät	*		
C Ympäristö			
1 Laite on riittävästi suojattu korroosiolta, säältä, tärinältä, ja muilta haitallisilta tekijöiltä	*	*	*
2 Ei esiinny kohtuutonta ulkoista pölyn tai lian kerääntymistä	*	*	*

Tarkastuslista Ex 'p' asennuksille (staattinen ja jatkuva suojatuuletus)

(Y = yksityiskohtainen, L = lähi ja S = silmämääräinen)

Tarkasta että	Tarkastuksen aste		
	Y	L	S
A Laite			
1 Laite vastaa tilaluokitusta	*	*	*
2 Laitteen räjähdysryhmä on oikea	*	*	
3 Laitteen lämpötilaluokka on oikea	*	*	
4 Laitteen syöttöpiirin tunnus on olemassa	*	*	*
5 Laitteen syöttöpiirin tunnus on oikea	*		
6 Kotelo, lasit ja lasin ja metallin väliset tiivisteet ja/tai yhdisteet ovat kunnossa	*	*	*
7 Ei ole suoritettu hyväksynnän vastaisia muutoksia	*		
8 Ei ole näkyviä hyväksynnän vastaisia muutoksia		*	*
9 Lampun nimellisarvot, tyyppi ja asento ovat oikeat	*		
B Asennus			
1 Kaapelin tyyppi on oikea	*		
2 Kaapeleissa ei ole silminnähtäviä vaurioita	*	*	*
3 Maadoitusliitännät mukaan lukien kaikki lisä- ja potentiaalintasausliitokset ovat kunnossa (liitännät ovat tiukkoja ja johtimien poikkipinta on riittävä)			
Kokeellinen tarkastus	*		
Silmämääräinen tarkastus		*	*
4 Virtapiirin silmukkaresistanssi (TN-järjestelmä) tai maadoitusresistanssi (IT-järjestelmä) on riittävän pieni	*		
5 Suojalaitteet toimivat sallituissa rajoissa	*		
6 Suojalaitteet on aseteltu oikein	*		
7 Suojakaasun lämpötila on alle suurimman sallitun lämpötilan	*		
8 Putket ja kotelot ovat hyvässä kunnossa	*	*	*
9 Suojakaasussa ei ole oleellisia määriä vieraita aineita	*	*	*
10 Suojakaasun paine ja/tai virtaus on riittävä	*	*	*
11 Paineen ja/tai virtauksen ilmaisimet, hälyttimet ja lukituslaitteet toimivat oikein	*		
12 Esihuuhtelu-aika on riittävä	*		
13 Käytön erityisehdot (jos niitä on) täyttyvät	*		
C Ympäristö			
1 Laite on riittävästi suojattu korroosiolta, säältä, tärinältä, ja muilta haitallisilta tekijöiltä	*	*	*
2 Ei esiinny kohtuutonta pölyn tai lian kerääntymistä	*	*	*

Tarkastuslista Ex 'tD' asennuksille

(Y = yksityiskohtainen, L = lähi ja S = silmämääräinen)

Tarkasta että	Tarkastuksen aste		
	Y	L	S
A Laite			
1 Laite on asennuspaikan EPL/tilaluokan vaatimusten mukainen	*	*	*
2 Laitteen IP-luokka on pölyn johtavuutta vastaava	*	*	*
3 Laitteen maksimi pintalämpötila on oikea	*	*	
4 Laitteen syöttöpiirin tunnus on olemassa	*	*	*
5 Laitteen syöttöpiirin tunnus on oikea	*		
6 Kotelo, lasit, lasin ja metallin väliset tiivisteet ja/tai massaukset ovat kunnossa	*	*	*
7 Hyväksynnän vastaisia muutoksia ei ole tehty	*		
8 Hyväksynnän vastaisia näkyviä muutoksia ei ole tehty		*	*
9 Pultit, kaapeliläpiviennit ja sulkutulpat ovat oikean tyyppisiä, ehiä ja tiiviitä			
Kokeellinen tarkastus	*	*	
Silmämääräinen tarkastus			*
10 Lampun nimellisarvot, tyyppi ja asento ovat oikeat	*		
11 Johdinliitokset ovat kiristetyt	*		
12 Koteloiden tiivisteet ovat kunnossa	*		
13 Moottorituulettimilla on riittävä ilmaväli koteloihin ja/tai kansiin	*		
B Asennus			
1 Asennus on tehty pölyn kerrostumisriskiä välttäten	*	*	*
2 Kaapelin tyyppi on oikea	*		
3 Kaapeleissa ei ole silminnähtäviä vaurioita	*	*	*
4 Kaapeliputket, johtokanavat ja asennusputket ovat kunnolla tiivistetyt	*	*	*
5 Maadoitusliitännät mukaan lukien kaikki täydentävät			
Potentialintasausliitokset ovat kunnossa	*		
Kokeellinen tarkastus	*		
Silmämääräinen tarkastus		*	*
6 Virtapiirin silmukkaresistanssi (TN-järjestelmä) tai maadoitusresistanssi (IT-järjestelmä) on riittävän pieni	*		
7 Eristysresistanssi on riittävä	*		
8 Automaattiset sähköiset suojalaitteet toimivat sallituissa rajoissa	*		
9 Käytön erityisehdot (jos niitä on) täyttyvät	*		
10 Käyttämättömät kaapelit ovat oikein päätetty	*	*	
C Ympäristö			
1 Laite on riittävästi suojattu korroosiolta, säältä, tärinältä, ja muilta haitallisilta tekijöiltä	*	*	*
2 Haitallisia pöly- ja likakertymää ei esiinny	*	*	*



ST 51.21.05

Pöytäkirjan nro _____

**KÄYTTÖÖNOTTO-
TARKASTUSPÖYTÄKIRJA**

Käyttöönottotarkastuksen osatarkastus <input type="checkbox"/>				Muuttotarkastus <input type="checkbox"/>	
Käyttöönottotarkastus <input type="checkbox"/>					
Muu <input type="checkbox"/>				Mikä? _____	
PERUSTIEDOT					
Kohteen tiedot	Työnumero	Kohteen nimi ja yksilöinti		Osoite ja postitoimipaikka	
Sähkölaitteiston rakentaja	Rakentajan nimi			Osoite ja postitoimipaikka	
	Sähkötöiden johtaja				
	Puhelinnumero			Sähköpostiosoite	
1. AISTINVARAINEN TARKASTUS					
Koko kohde <input type="checkbox"/>		Vain kyseinen keskusalue <input type="checkbox"/>			
a)	Sähköiskulta suojaus	Kunnossa <input type="checkbox"/>	Ei sisälly <input type="checkbox"/>		
	Huom! _____				
b)	Palosuojaus	Kunnossa <input type="checkbox"/>	Ei sisälly <input type="checkbox"/>		
	Huom! _____				
c)	Johtimien valinta	Kunnossa <input type="checkbox"/>	Ei sisälly <input type="checkbox"/>		
	Huom! _____				
d)	Suoja-, käyttö- ja valvontalaitteet	Kunnossa <input type="checkbox"/>	Ei sisälly <input type="checkbox"/>		
	Huom! _____				
e)	Erotus- ja kytkentälaitteet	Kunnossa <input type="checkbox"/>	Ei sisälly <input type="checkbox"/>		
	Huom! _____				
f)	Sähkölaitteiden suojausmenetelmät	Kunnossa <input type="checkbox"/>	Ei sisälly <input type="checkbox"/>		
	Huom! _____				
g)	Nolla- ja suojajohtimien tunnuksot	Kunnossa <input type="checkbox"/>	Ei sisälly <input type="checkbox"/>		
	Huom! _____				
h)	Yksivaiheiset kytkinlaitteet	Kunnossa <input type="checkbox"/>	Ei sisälly <input type="checkbox"/>		
	Huom! _____				
i)	Dokumentit, varoituskilvet yms.	Kunnossa <input type="checkbox"/>	Ei sisälly <input type="checkbox"/>		
	Huom! _____				
j)	Tunnistettavuus	Kunnossa <input type="checkbox"/>	Ei sisälly <input type="checkbox"/>		
	Huom! _____				
k)	Johtimien liitosten sopivuus	Kunnossa <input type="checkbox"/>	Ei sisälly <input type="checkbox"/>		
	Huom! _____				

l)	Suojajohtimien olemassa olo	Kunnossa <input type="checkbox"/>	Ei sisälly <input type="checkbox"/>
	Maadoituselektrodin rakenne:		
	Perustusmaadoitus	<input type="checkbox"/>	
	Muu, mikä?	<hr/>	
	Perustelut	<hr/>	
m)	Sähkölaitteiston vaatima tila	Kunnossa <input type="checkbox"/>	Ei sisälly <input type="checkbox"/>
	Huom!	<hr/>	
n)	Erikoistilat	Kunnossa <input type="checkbox"/>	Ei sisälly <input type="checkbox"/>
	Kohdetta koskevat erikoistilat:		
	Laakintatila	Liite	<hr/>
	Räjähdystvaarallinen tila	Liite	<hr/>
	<hr/>	Liite	<hr/>

2. SUOJAJOHTIMIEN JATKUVUUS (PE-, PEN-, maadoitus-, pää- ja lisäpotentiaalintasausjohtimet)

Todettu kaikista laitteista ja pistorasioista ☐ Suurin resistanssi _____ Ω, ryhmässä _____

Jatkuvuus todettu vaatimusten mukaiseksi ☐

Liitteet: _____

[illegible]

Eristysresistanssit todettu vaatimusten mukaisiksi

PE- ja N-johtimien yhdistys on palautettu mittauksen jälkeen entiselleen ☐

Erikoistoimenpiteet mittausten suorittamisessa:

Liitteet:

4. SYÖTÖN AUTOMAATTINEN POISKYTKENTÄ

	I_k / A	Z_k / Ω	Suojalaite	I_n / A (suojalaitteet)
Keskus				
Epäedullisin piste (0,4 s)				
Epäedullisin piste (5,0 s)				

Oikosulkuvirta- ja silmukkaimpedanssiarvot saatu mittaamalla ☐Vikasuojaus on toteutettu vikavirtasuojalla ☐Oikosulkuvirta- ja silmukkaimpedanssiarvot saatu laskemalla ☐Saadut arvot ovat standardin vaatimusten mukaiset ☐

Liitteet: _____

Vikavirtasuojat

Tyyppi ja käyttö-tarkoitus	Ryhmä nro	Nimellisarvo/mitattu arvo		Painike-testaus	Tyyppi ja käyttö-tarkoitus	Ryhmä nro	Nimellisarvo/mitattu arvo		Painike-testaus
		t/ms	$I_{\Delta n}$				t/ms	$I_{\Delta n}$	

Toiminnot todettu standardien vaatimusten mukaisiksi ☐

Käyttötarkoitus: VS = vikasuojaus, LS = lisäsuojaus, PS = palosuojaus

Liitteet: _____

5. KIERTOSUUNNAN TARKASTUSKeskus ☐ 3-vaihepistorasiat ☐ Ei sisälly asennukseen ☐**6. TOIMINTA- JA KÄYTTÖTESTIT**Koneet ja laitteet ☐ Toiminnalliset kokonaisuudet ☐ Ei sisälly asennukseen ☐**7. EMC-SUOJAUS**Kohteessa on käytetty TN-S-järjestelmää ☐Maadoitukset ja potentiaaliitasaukset on toteutettu EMC-vaatimusten mukaisesti ☐Kaapeleiden valinta, sijoittelu ja asentaminen on toteutettu EMC-vaatimusten mukaisesti ☐Laittevalinnoissa on huomioitu asennusympäristön vaatimukset ☐Asennuksissa on noudatettu laitevalmistajien ohjeita ☐

Muuta, mitä? _____

Liitteet: _____

Sähkölaitteisto täyttää sähköturvallisuuslain ja valtioneuvoston asetuksen (1466/2007) sähkömagneettista yhteensopivuutta koskevat vaatimukset ☐**8. HUOLTO- JA KUNNOSSAPITO-OHJELMAN TARVE**Kohteen kunnossapito-ohjelma vaaditaan ☐ei vaadita ☐Kohteessa on huolto- ja kunnossapito-ohjelma ☐Kohteessa on käyttö-, huolto- ja kunnossapito-ohjeet ☐Kohteessa on poistumisreittivalaistus ☐ Kohteessa on poistumisreittivalaistusta koskeva kunnossapito-ohjelma ☐**9. SEURAAVA MÄÄRÄAIKAISTARKASTUS**Kohde: vaaditaan ☐ määräaikaistarkastuksen ajankohta _____ei vaadita ☐

Huom! _____

10. KOHTEEN TOTEUTUKSESSA KÄYTETYT STANDARDIT

Toteutuksessa on käytetty standardikäsikirjaa SFS 600/20 _____ ja

muuta, mitä? _____

Kohde on todettu edellä mainittujen standardien vaatimusten mukaisesti toteutetuksi ☐

